

# 円筒の握り易さの脳波による感性スペクトル解析

山本 圭治郎<sup>1</sup> 兵頭 和人<sup>1</sup>

1. 機械工学科

## EEG spectrum analysis of grip using cylindrical object

Keijiro Yamamoto, Kazuhito Hyoudo,

**Abstract:** EEG recording was performed during grasping cylindrical objects on two healthy adult volunteers. EEG data were analyzed by using the emotion spectrum analysis method developed by the Brain Function Laboratory Inc.. It was appeared that EEG patterns depended on the diameter of the objects and the dependence could be analyzed by the emotion matrix relating relax and stress and by the rhythm fluctuation.

**Key Word:** Grip, Cylindrical object, EEG, Emotional spectrum analysis method, 1/f – fluctuation, Sensory evaluation

### 1. 緒言

規格品の大量生産の時代から、子供からお年寄りまで広い年齢層に共通して使い易い道具類が求められている。そこで使い易さという曖昧量の計測が必要となってきた。これまで我々は、道具類の柄を取り上げ、円筒の握り易さの感性評価と、種々の生理的特性との関係を調べてきた<sup>1~5)</sup>。

本研究では、生理的特性として脳の情報を取り上げ、人が円筒を把握する時、握り易さが脳波に影響するか、さらにそれを脳波から解析できるかを調べた。

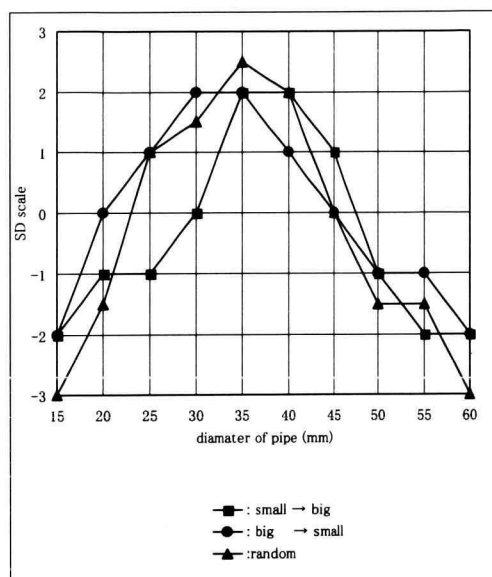
### 2. 円筒物体把握時の感性評価

円筒物体把握時の握り易さを7段階の握り易さの主観的評価基準を用いて評価した。感性評価は指の根元に円筒を乗せて把握し、細いものから太いもの、太いものから細いもの、ランダム、の3パターンの順序で評価した。使用した円筒は直径15mmから60mmまで5mmごと、計10本のアクリル樹脂製円筒で、被験者は、本大学の一般学生2名を選んだ。

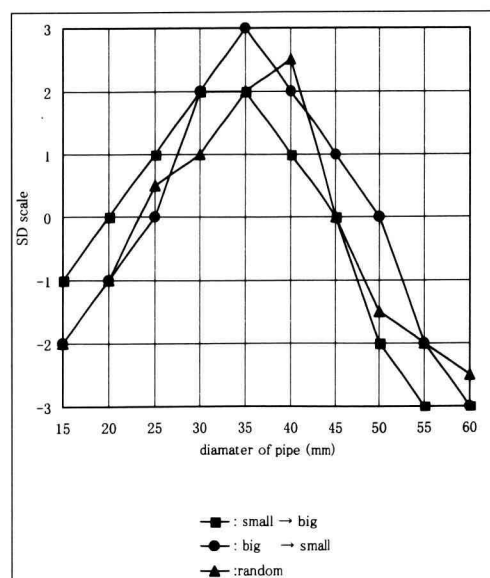
図1は、横軸に円筒の直径を、縦軸に7段階の感性評価目盛りを示した。■は、細いものから太いものへ順に握る場合、●は、逆に太いものから細いものへ順に握る場合、▲は、ランダムな順番で握った場合の結果を示す。どの条件の順番で把握しても、最も握り易いと評価された径は35mmであり、最も握りにくいと評価されたのは細い径では15mm、太い径では60mmであった。これは、過去の実験データとも一致した<sup>1~5)</sup>。以下の実験では、最も握り易いと評価された35mmの円筒と、最も握りにくいと評価された15mm、60mmの円筒の計3本を用いた。

### 3. 円筒物体把握時の脳波計測

脳波計測は、温度、騒音、電気的なノイズの变化の少ないシールドルーム内で、座位状態で行っ



Subject A



Subject B

Fig.1 Sensory evaluation of optimum grasping diameter

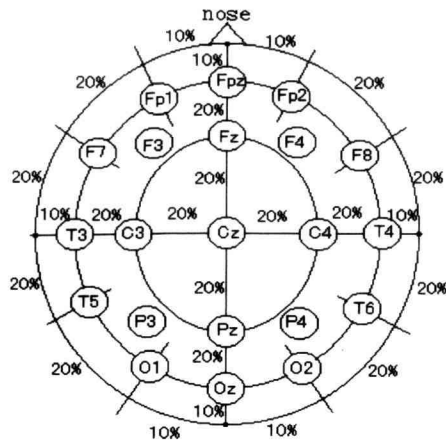


Fig.2 Electrodes placed on scalp according to the international 10-20 system

た。被験者に、計測中は体を動かさないこと、歯を食いしばらないこと、目を動かさないことなどの注意をした。

電極位置は、図2の Fp1, Fp2, F3, F4, T3, T4, P3, P4, O1, O2 の10カ所に配置した。実験は目を閉じて安静にした閉眼安静状態で、15mm、35mm、60mm の順で円筒を各60秒把握し、その作業を6回繰り返した。この実験は、数日にかけて全8回行った。また、同様の実験方法で、目を開けて安静にした開眼安静状態の計測も行った。

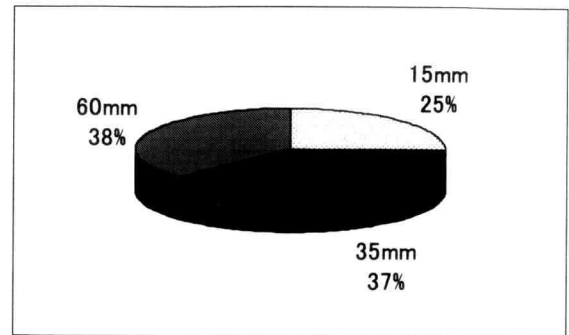
閉眼安静状態で円筒物体を把握した時の脳波データを、4感情、「怒り/ストレス」、「悲しみ/落ち込み」、「喜び/達成感」、「弛緩/リラックス」で表すことのできる感性計測システムの感性スペクトルデータベース<sup>6)</sup>で解析し、その中で円筒を握り易いと判断した時に現れると思われるリラックスに着目して評価した。

図3は3本の円筒を握った時のリラックス度を比べた時、最もリラックスしていると評価された直径の割合を示している。

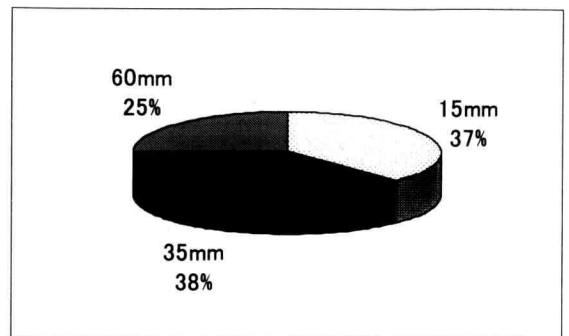
いずれの被験者においても、握り易いと評価された径に明確な差を得ることができなかった。これは、解析に使用した感性スペクトルデータベースが一般の感情評価用に開発されたものであり、握り易さの評価には適していない事を示している。

図4は開眼安静状態で円筒物体を把握した時の脳波データを、先ほどと同様に感性スペクトルデータベースで解析し、最もリラックスしていると評価した時の径の割合を示している。

被験者Aでは15mmを把握した時に最もリラックスしていると評価した時の割合が多かったのに対し、被験者Bでは60mmを把握した時に最もその割合が多かった。これらの結果は、円筒物体把握時の感性評価で得られた結果と異なり、

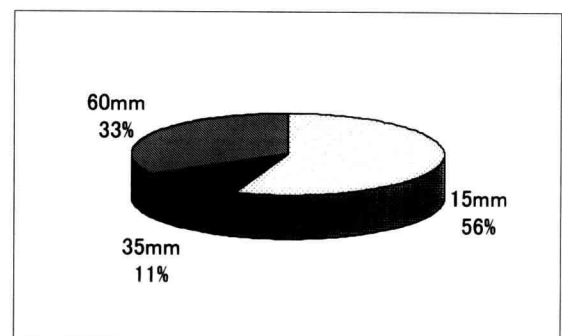


Subject A

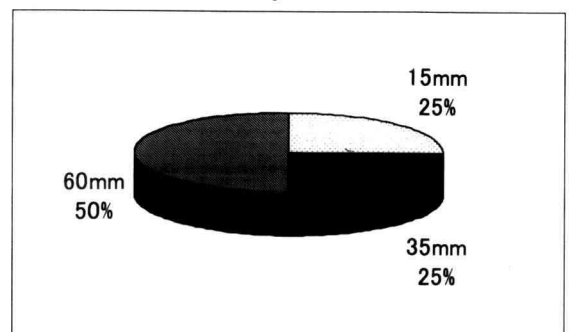


Subject B

Fig.3 Percentage of the diameter grasping with relax feeling, analyzing by the emotion spectrum data base ( Closing eyes and resting )



Subject A



Subject B

Fig.4 Percentage of the diameter grasping with relax feeling, analyzing by the emotion spectrum data base ( Opening eyes and resting )

握りにくいと評価した径の円筒を把握した時に最もリラックスしたと判断したことになる。また、「成人において最も握り易いと評価された径は 35mm 前後である」という過去の研究結果<sup>1~5)</sup>とも矛盾している。つまり、開眼安静状態でも閉眼安静状態と同様に、感性スペクトルデータベースが把握物体の握り易さを評価するのに適していないことが明らかとなった。そこで我々は、一般の感情評価用のデータベースではなく、握り易さを評価するための個人的なデータベースであれば明確な差を得られると考え、円筒物体を把握した時の握り易さを評価するデータベースを作成することにした。

15mm、35mm、60mm の 3 本の円筒を用い、閉眼安静で、3 本の円筒を握った時と何も握らない時の 4 条件で計測した。測定時間は、各 60 秒間で、同じ作業を、10 回行った。この実験で得られたデータから、35mm を把握していた時の脳波を「good (握り易い)」、15mm、60mm を把握していた時の脳波を「bad (握りにくい)」として 2 種類の感性表現を用いたデータベースを作成した。なお、データベースは図 2 の Fp1,Fp2,F3,F4,T3,T4,P3,P4,O1,O2 の 10 チャンネルの電極を選択し解析する場合と、皮膚感覚を受容している領域中に P3,P4,O1,O2 の 4 チャンネルの電極を選択し解析する場合の 2 種類を作成した。

円筒物体把握時の脳波データを、改めて先ほど作成した個人データベースで解析した。図 5 は、閉眼安静状態で測定した円筒物体把握時の脳波データを個人データベースで解析し、「good (握り易い)」と評価された直径の割合を示す。35mm の割合が高いという結果が得られた。

また、10チャンネルと4チャンネルのデータベースでの解析結果を比較してみると、4チャンネルデータベースの結果の方がより 35mm の割合が高くなった。これは4チャンネルデータベースの電極位置が、皮膚からの感覚を受容している領域に集中しているため、より結果が明確になったと思われる。

次に開眼安静状態で測定した円筒物体把握時の脳波データを個人データベースで解析した結果を図 6 に示す。この図からわかるように閉眼安静状態と同様に 10チャンネル、4チャンネル共に 35mm の割合が高くなっている。開眼安静状態においても、把握する円筒の径の太さによって脳波パターンに違いが得られた。また、10チャンネルと4チャンネルのデータベースを比較してみると、閉眼安静状態とは逆に10チャンネルデータベースの方がより 35mm の割合が高くなって

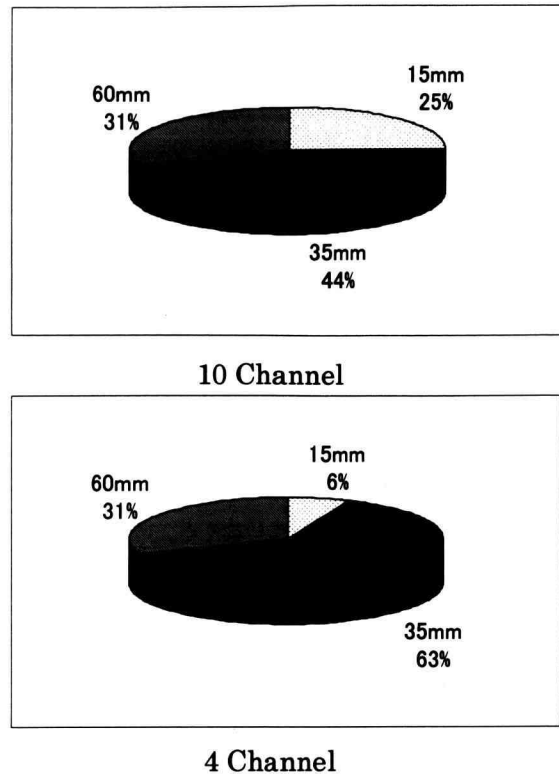


Fig.5 Percentage of the diameter grasping with good feeling, analyzing by the personal emotion spectrum data base ( Closing eyes and resting )

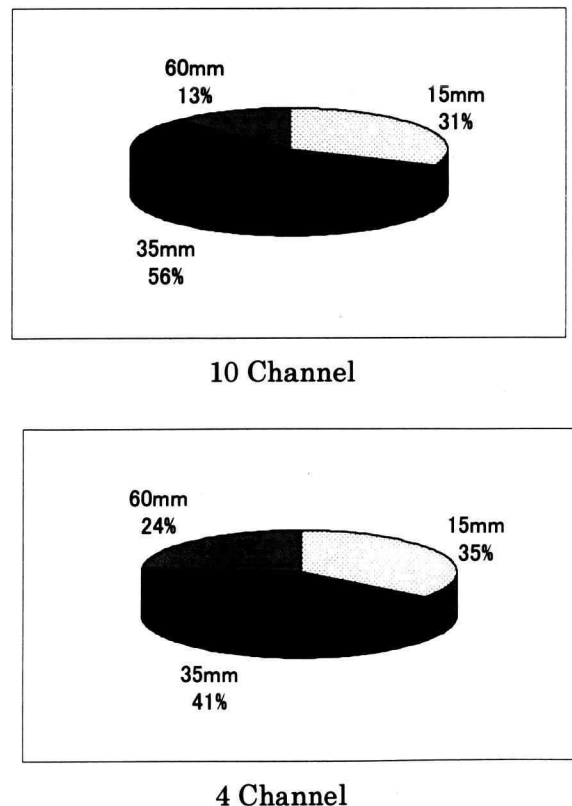


Fig.6 Percentage of the diameter grasping with good feeling, analyzing by the personal emotion spectrum data base ( Opening eyes and resting )

いた。これは視覚情報も4チャンネルの電極位置に集中しており、また皮膚からの握るという情報よりも視覚情報の方が強く作用するので10チャンネルよりも35mmの割合が低くなったと思われる。

#### 4. 円筒物体把握前後の脳波計測

円筒物体それぞれの径を把握する前と把握した後の脳波に変化が見られるのかを調べた。円筒物体の各径の握り易さの違いをより明確にする為に、円筒を強く把握した時と、円筒物体を把握して腕を振った時それぞれの前後の脳波にどのような変化が見られるかを調べた。電極は図2に示した10ヵ所に取り付けた。把握した円筒物体の径は15mm、35mmそして60mmで、脳波は開眼安静時に60秒間、強く把握している時に30秒間、腕を振った時に60秒間測定した。測定した脳波データの分析は、感性計測システムの感性スペクトルデータベースを用い、「リラックス」と「ストレス」の2感情の評価と円筒の径との関係について平均化した。図7は円筒を強く把握した前後の結果を示したもので、横軸は円筒の直径を、縦軸は2感情のレベルを作業前のレベルを1とした時の作業後のレベルで表している。35mmの円筒径では作業後の「リラックス」のレベルが増した。これに対し、15mm、60mmの円筒径では作業後の「リラックス」のレベルは作業前に比べ減少した。過去の研究より、最も握り易いと評価する円筒径では長時間把握した時に最もその疲労度が少ないということがわかっている<sup>3)</sup>。最も握り易いと評価した35mmが、15mmや60mmに比べて疲労度が少なかったために「リラックス」のレベルが増しているのではないかとと思われる。また、「ストレス」は、力を加えるという作業をした後で全ての径においてレベルが増している。これは、力を加えるという作業が疲労を誘発し、それが「ストレス」となって残ったものと思われる。その中でも、35mmで最も「ストレス」のレベルが作業前後で変化が少ないことから、その疲労度が少なかったといえる。

図8は腕振り前後の結果を示す。35mmは作業後に「リラックス」のレベルが極端に増しているのに対し、15mm、60mmではそれほど変化は見られなかった。これは物体を把握して腕を動かすという運動が普段我々が行う日常運動に近いものであり、他の実験より動作が慣れている為に、握り易いと評価している35mmの「リラックス」のレベルが増したのではないかとと思われる。また「ストレス」については、35mmでは作業前よりも作業後の「ストレス」のレベルが減少していることから、作業時の疲労が少なかったといえ

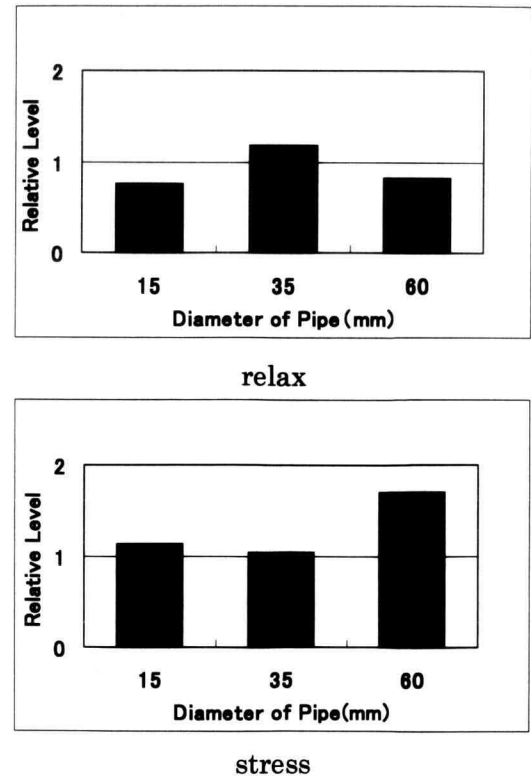


Fig.7 Emotional level of post-grasping relative to that of pre-grasping analyzed by the emotion spectrum data base

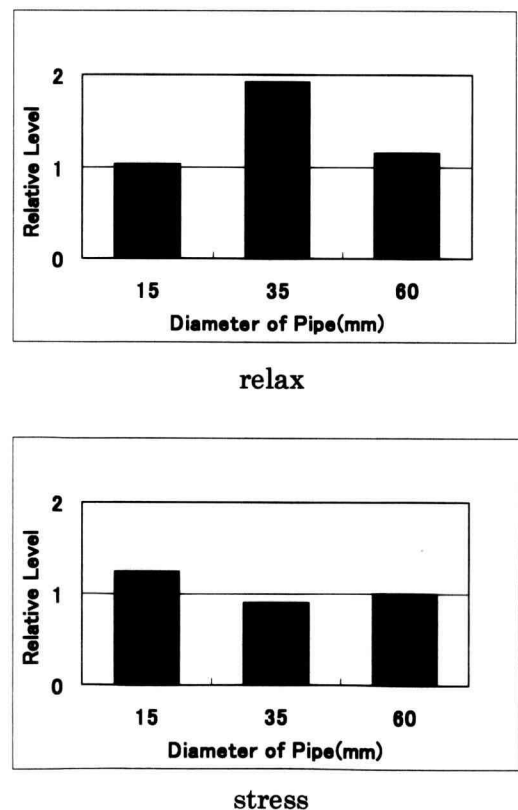
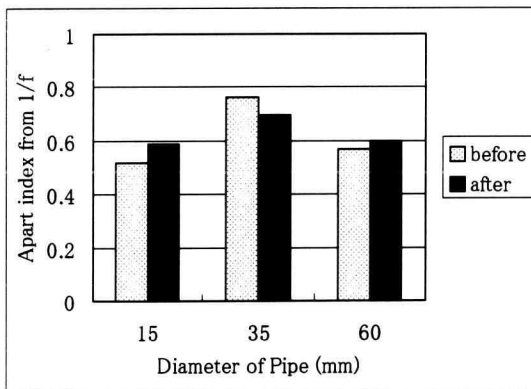


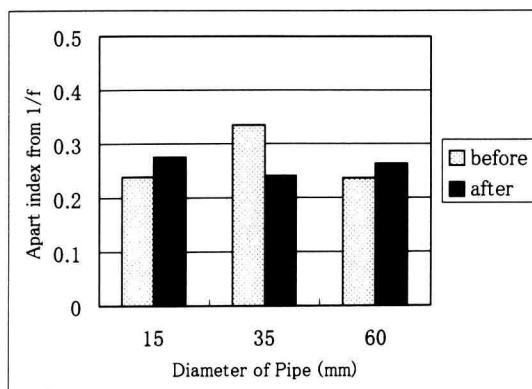
Fig.8 Emotional level of post-shaking hand relative to that of pre-shaking hand analyzed by the emotion spectrum data base

る。

次に、感性計測システムのリズムゆらぎ解析ソフトを用い、作業前後の円筒を握っていない閉眼安静時におけるゆらぎについて評価した。その結果を図9に示す。この図は横軸に円筒の3本の直径、縦軸に心地よさの指標と考えられている  $1/f$  ゆらぎにおける指数部分をとり、最も心地よいという指数1を基準線0としてそこから差の絶対値を表した。つまりグラフの値が大きければ大きいほど指数は1から遠ざかっていることになる。そして  $1/f$  から遠ざかっているということは、それだけ心地よくないということを示す。また、before は作業前、after は作業後の要素を示している。この結果は、数回の実験データを平均化したものであり、各円筒径それぞれの実験はまったく個々のものとして行い、その作業の間には十分な時間をとったために、円筒の把握順序の「履歴効果」はないものと考えられる。また、このゆらぎ解析は、図2の電極O1における  $\alpha$  波を解析している。35mm の円筒を把握する前よりも把握した後のほうが基準線0に近いので、直径 35mm の円筒を握る動作は心地よい状態といえる。



Subject A



Subject B

Fig.9 Apart distance from  $1/f$  spectrum slope of pre-grasping and post-grasping

これに対し、15mm、60mm の円筒径では、把握前よりも把握後のほうが基準線0から遠ざかっていることから、これらは細すぎあるいは太すぎて握り心地がよくない状態といえる。これは、感性評価による握り易さ、握りにくさが脳波の  $1/f$  ゆらぎと関係していることを示すものと考えられる。

## 5. 結言

物体を把握している時の握り易さを、把握時の脳波により評価することを試みた結果、被験者個人のデータベースによる解析で評価可能であることがわかった見通しを得た。今後、被験者数を増やすことによって多数の人々に共通して使用可能な円筒物体把握時における握り易さを評価するデータベースの作成を試みる必要がある。

物体を把握した前後の脳波による評価を試みた結果、強く把握した前後、腕振り前後のいずれの場合も、握り易いと感性評価した径の円筒を把握した後では、最も「ストレス」が少なく、従って疲労度が少なく、握り易いと感じていると判断され、評価可能であることがわかった。

「 $1/f$  ゆらぎ」による評価法によって解析した結果、最適径の円筒を把握した後では、握る前よりも心地良さが増すことから、脳波のリズム解析によっても評価可能であることがわかった。

## 参考文献

- 1) 八高隆雄・山本圭治郎・兵頭和人、手のにぎり力を支配する因子、日本機械学会 D&D 講演論文集、(1994)、409-410。
- 2) 八高隆雄・山本圭治郎・小山昌洋・兵頭和人、円筒物体把握における握り易さの感性評価、日本機械学会論文集 (C)、62-602、(1996)、3999-4004。
- 3) 山本圭治郎・八高隆雄・高橋勝美・兵頭和人、円筒物体の長時間把握時における感性評価と筋電位および力発揮特性、日本機械学会論文集 (C)、63-611、(1997)、2408-2412。
- 4) 高橋勝美・山本圭治郎・八高隆雄・兵頭和人、円筒物体の握り易さの感性評価に与える握り方の影響と指の力発揮特性、日本機械学会論文集 (C)、63-612、(1997)、2794-2800。
- 5) 高橋勝美・山本圭治郎・八高隆雄・兵頭和人、円筒物体の握り易さの感性評価と手関節運動範囲および指の力発揮特性、日本機械学会論文集 (C)、65-637、(1999)。
- 6) 武者利之、「こころを」測る、日経サイエンス、24-4、(1996)、20-29。